



О результатах анализа воздушного интегрированного цикла для одновременной генерации тепла и холода

① Свойства воздуха в различных состояниях цикла. Максимальная температура в камере сгорания T_{max} и минимальная температура в камере охлаждения T_{min} являются основными параметрами цикла. Влияние коэффициента сжатия ϵ на параметры цикла. При увеличении ϵ температура T_{max} увеличивается, а температура T_{min} уменьшается. Это приводит к увеличению полезной работы цикла. Однако при слишком большом ϵ могут возникнуть проблемы с механической прочностью двигателя. Оптимальное значение ϵ определяется балансом между этими факторами.

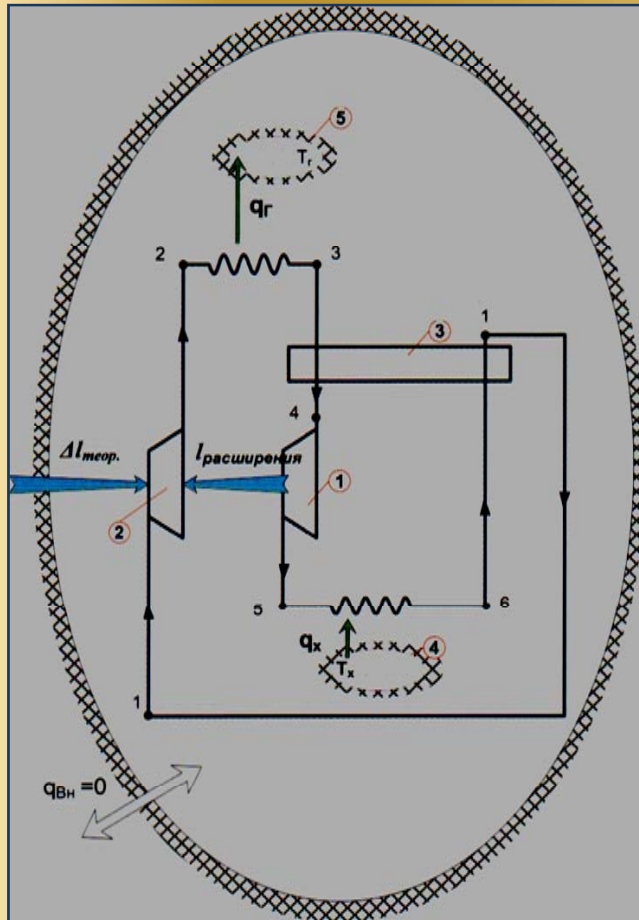
Для анализа рассматриваемой системы определим следующие обозначения:
 $(T_x)_{min} ; (T_x)_{max} ; (T_x)_0$ - минимальная, максимальная и средняя температура разделов тепла с холодом в точке цикла.
 $(T_r)_{max} ; (T_r)_{min} ; (T_r)_0$ - максимальная, минимальная и средняя температуры в горячей точке цикла.
 $(T_0)_0$ - средняя температура воздуха на входе в камеру сгорания.
 q_r - отдаваемая теплота на регенератор.
 q_x - вводимая теплота (камера) в камеру сгорания.
 $(T_{св})_{ср}$ - температура в сепараторе.
 $(Cp)_g$ - действительная работа сепаратора.
 Сравн. - действительная работа расширения.
 $(\eta_{min})_0$ - Термодинамический коэффициент полезного действия цикла при заданной температуре $(T_0)_0$ и уровне $(T_r)_0$.
 $(\eta_{min})_{gx}$ - Термодинамический коэффициент полезного действия цикла при заданной температуре q_x и уровне $(T_r)_0$.

Архаров
Алексей Михайлович
Заведующий кафедрой
Холодильная, криогенная техника,
системы кондиционирования и
жизнеобеспечения» (Э-4),
д.т.н., профессор

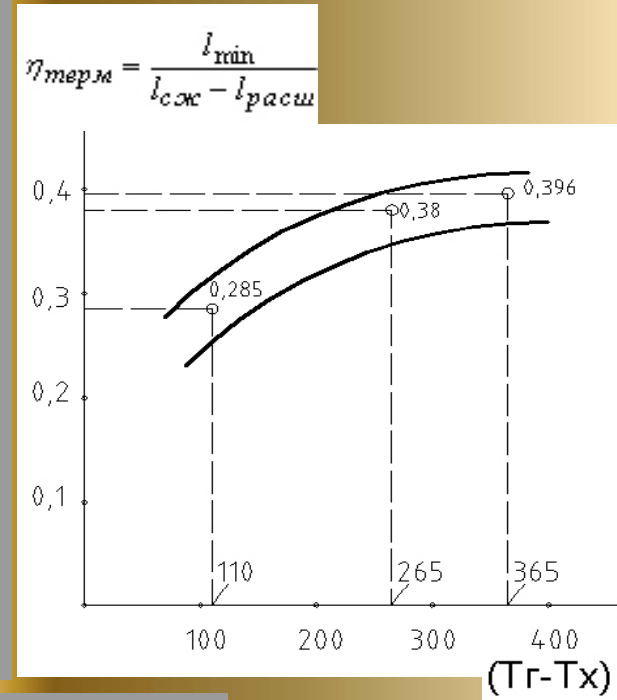
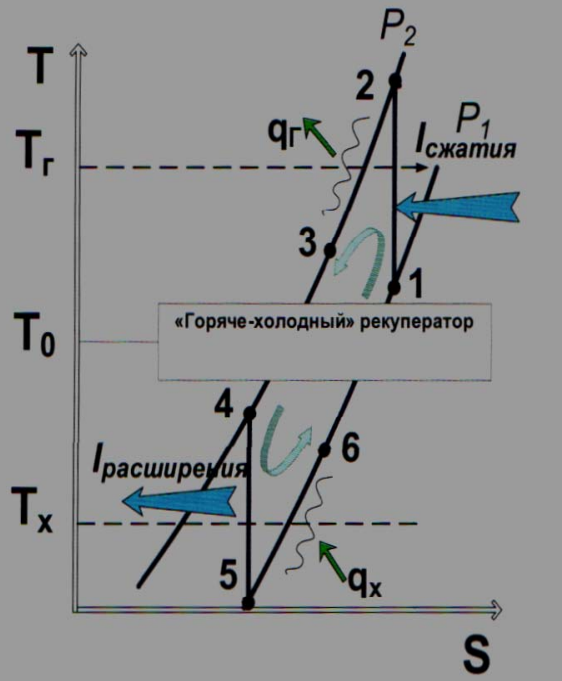
- Выводы.
1. Общезначимая температура сепаратора существенно влияет на параметры цикла. При оптимальном уровне сепаратора достигается максимальная полезная работа.
 2. Рабочая температура T_{max} и коэффициент сжатия ϵ являются основными параметрами цикла. Их изменение приводит к значительным изменениям в параметрах цикла.
 3. При сжатии воздуха $\epsilon = 3$ достигается максимальная полезная работа цикла при заданной температуре T_{max} и T_{min} .
 4. При оптимальном уровне сепаратора достигается максимальная полезная работа цикла при заданной температуре T_{max} и T_{min} .



О некоторых результатах анализа интегрированного обратного цикла Брайтона для одновременной генерации тепла и холода



Принципиальная схема цикла с общим «горяче-холодным» рекуператором



$$T_3 - T_1 = T_4 - T_6$$

$$q_G = \Delta l_{теор} + q_X$$

$$\Delta l_{теор} = l_{сж} - l_{расш}$$

$$\frac{q_G}{T_G} - \frac{q_X}{T_X} = \sum \Delta S'_i$$

В результате:

$$\Delta l_{теор} = q_X \frac{T_G - T_X}{T_X} + T_G \sum \Delta S'_i$$

ИЛИ

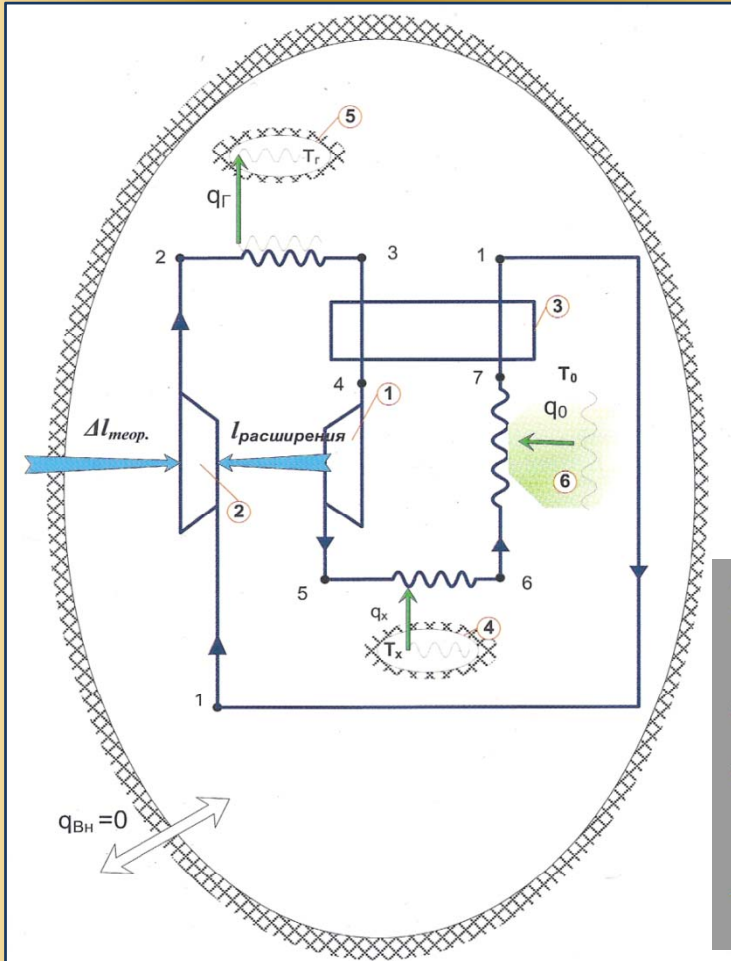
$$\Delta l_{теор} = (l_{min})_{q_X} + T_G \sum \Delta S'_i$$

Ясно, что для увеличения $\epsilon_{г}$ необходимо ввести в цикл теплоту О.С. q_0

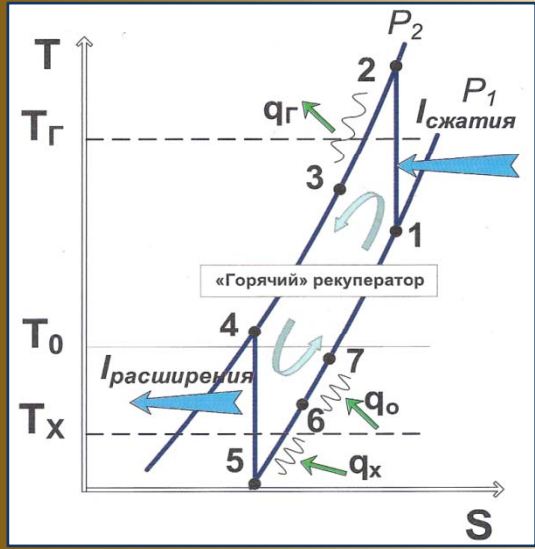


О некоторых результатах анализа интегрированного обратного цикла Брайтона для одновременной генерации тепла и холода

Принципиальная схема и T-S диаграмма цикла с «горячим» рекуператором



1. детандер;
2. компрессор;
3. теплообменник - «горячий» рекуператор;
4. холодильная или морозильная камера;
5. обогреваемый объект;
6. окружающая среда с температурой T_0 ;
- 1...7. точки на схеме, соответствующие точкам цикла



$$T_4 - T_7 = T_3 - T_1$$

$$q_G = q_X + q_0 + \Delta l_{теор}$$

$$\Delta l_{теор} = l_{сж} - l_{расш}$$

После преобразований получим:

$$\Delta l_{теор} = q_0 \frac{T_G - T_0}{T_0} + q_X \frac{T_G - T_X}{T_X} + T_G \sum \Delta S'_i$$

или

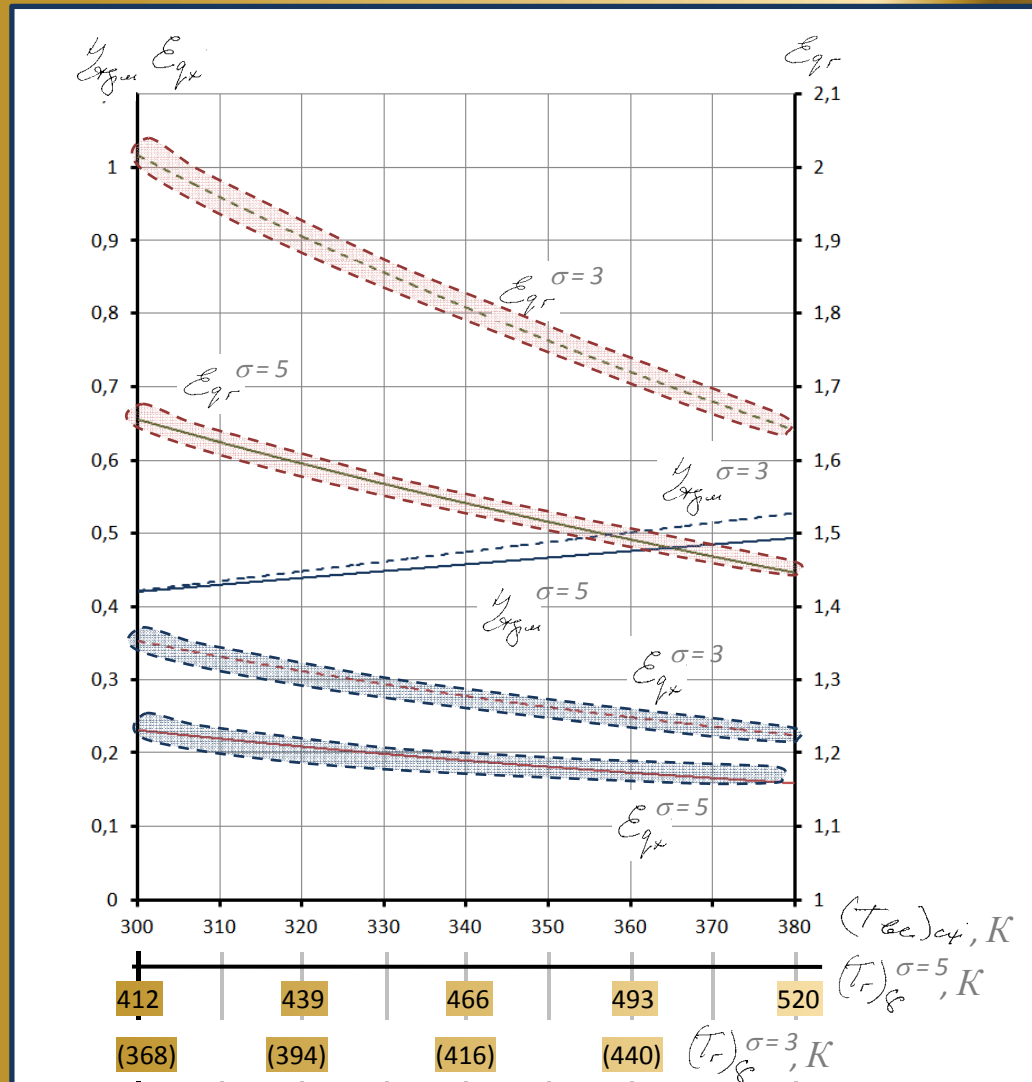
$$\Delta l_{теор} = (l_{min})_{q_0} + (l_{min})_{q_X} + T_G \sum \Delta S'_i$$

$$-\frac{q_0}{T_0} - \frac{q_X}{T_X} + \frac{q_G}{T_G} = \sum \Delta S'_i$$

p, T, q, l — давление, температура, теплота и работа в соответствующих процессах и точках цикла



О некоторых результатах анализа интегрированного обратного цикла
 Брайтона для одновременной генерации тепла и холода



$$E_{qx} = \frac{q_x}{(c_{p4})_y - c_{pmin}}$$

$$E_{qr} = \frac{q_r}{(c_{p4})_y - c_{pmin}}$$

$$\eta_{\text{Bрайтон}} = \frac{\sum c_{pi} u_i}{(c_{p4}) - c_{pmin}}$$



**О некоторых результатах анализа интегрированного обратного цикла
Брайтона для одновременной генерации тепла и холода**

Выводы

- Общая степень термодинамического совершенства исследованного варианта воздушного интегрированного цикла для одновременной генерации тепла и холода находится на уровне 4,2...5,1%, что вполне удовлетворительно.
- Различия значений $\eta_{\text{терм}}$ для степеней сжатия 5 и 3 находятся в пределах 1...2%.
- При степени сжатия $\sigma = 3$, достигаются существенно более высокие значения коэффициента преобразования ε_T и ε_X .
- Практически, если приведенные температуры $(T_X)_{\text{ср}}$ и $(T_T)_{\text{ср}}$ удовлетворяют заказчика, рациональная степень сжатия для воздушного интегрированного цикла может выбираться в пределах 2,7...3,1.